

АЛГОРИТМ РОЗПОДІЛУ ПОТУЖНОСТІ В АВТОНОМНІЙ ЕНЕРГОСИСТЕМІ З АСИНХРОННИМИ ВЕНТИЛЬНИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ

Створення малих автономних енергосистем (АЕ) для віддалених від централізованих електричних мереж районів доцільно проводити з застосуванням асинхронних генераторів (АГ) з вентильним збудженням (ВЗ) по колам статора. При об'єднанні таких генераторів по колу постійного струму необхідно забезпечити належний контроль за розподілом активної потужності між ними для енергоефективного функціонування АЕ.

Метою даної роботи є розробка алгоритму керування вихідними потужностями АГ з ВЗ і частотним керуванням в складі дизельної АЕ постійного струму. Розрахункова схема АЕ, яка розглядається (рис.1), містить генератори АГ1, АГ2, вентильні перетворювачі (ВП) ВП1, ВП2, баластні навантаження R_{H1} , R_{H2} (надалі вважаємо відключеними), навантаження споживачів R_H , згладжуючі конденсатори C_{d1} , C_{d2} , C_d , акумуляторну батарею (АБ), представлену схемою заміщення (R_{AB} , E_{AB}). Величина R_{AB} в схемі дорівнює сумі внутрішніх опорів АБ і ключа (на схемі не показано) в колі АБ. Приводами генераторів є дизельні двигуни Д1, Д2. Їх частота обертання регулюється системами керування $СК_{Д1}$, $СК_{Д2}$. Початкове збудження АГ і регулювання напруг u_{d1} , u_{d2} здійснюють системи керування ВП $СК_{ВП1}$, $СК_{ВП2}$. Задані значення цих напруг надходять до $СК_{ВП1}$, $СК_{ВП2}$ з блоку контролю розподілу потужності (БКРП) між джерелами електроенергії АЕ. Спрощена схема розробленого алгоритму роботи БКРП зображена на рис.2.

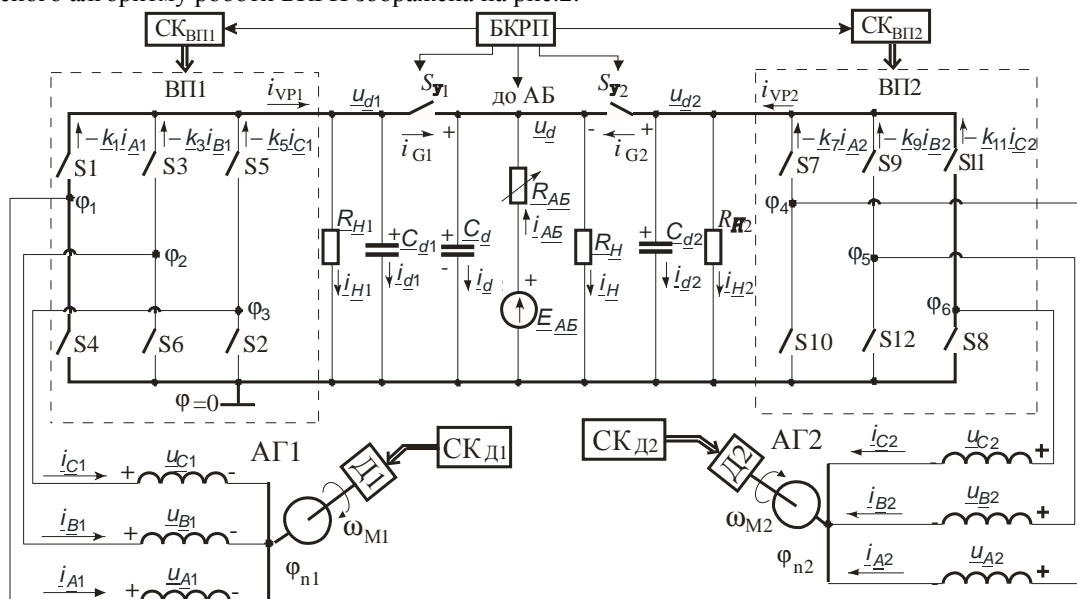


Рис. 1 Схема силової частини джерела постійної напруги на основі АГ з ВЗ.

Основною задачею БКРП є автоматичне підключення/відключення АГ і АБ до/від мережі та регулювання співвідношення між вихідними потужностями генераторів при зміні навантаження споживачів з метою мінімізації споживання пального дизельними двигунами в усталених режимах роботи АЕ. Розробленим алгоритмом роботи БКРП забезпечуються режими роботи АЕ, за яких на мережу працюють одночасно заряджаючи АБ один або обидва генератори, та теж, при якому на мережу в фазі розряду працює лише АБ, а генератори відключені від мережі. Можливий також режим роботи АЕ з відключеною від мережі АБ. Розглянемо деякі особливості побудови та функціонування блок-схеми алгоритму роботи БКРП.

Вхідними змінними для БКРП є миттєві значення вихідних струмів АГ і акумулятора i_{G1} , i_{G2} , i_{AB} , а також сигнал $k_{3/p}$, який несе в собі інформацію про фазу зарядно-розрядного циклу АБ ($k_{3/p} = 0(1)$ - фаза розряду(заряду)). За наявності підключеної до мережі АБ в фазі її заряду діюче значення сумарної потужності, яка споживається мережею від АГ дорівнює $P_G = P_{G1} + P_{G2} = U_d(I_{G1} + I_{G2}) = P_H - I_{AB}U_d$, $P_H = I_H^2 R_H$, $I_{AB} < 0$. Якщо АБ знаходиться у фазі заряду, то джерелами енергії для мережі є лише АГ, а у фазі розряду – АБ (паралельна робота АГ і АБ в фазі її розряду в усталених режимах не передбачена). При цьому, якщо знехтувати втратами в ключах S_{Y1} , S_{Y2} і пульсаціями напруги та струму в мережі, то потужність P_G буде дорівнювати су-

марній миттєвій вихідній потужності АГ1 і АГ2 p_G . Проте, оскільки для контролю розподілу потужності АГ важлива не їх миттєва сумарна потужність, а прогнозована сумарна потужність, що буде від них споживатись мережею в сталому режимі p_{opr} , (p_G може значно відрізнятись від сталого режиму), то доцільно графік навантаження кожного генератора задавати в функції прогнозованої потужності $p_{opr} : i_{G1}^*(p_{opr}), i_{G2}^*(p_{opr})$, де i_{G1}^* , i_{G2}^* - задані вихідні струми АГ1, АГ2 по колу постійного струму. Відносну величину p_{opr} пропонується розраховувати згідно наступного виразу

$$p_{opr} = u_{dN}^{*2} / \left(P_{HN} \left(u_d / (i_{G1cp} + i_{G2cp} + i_{ABcp} + k_{AB} \cdot i_{AB}^* \cdot k_{3/P}) \right) \right), \quad (1)$$

де P_{HN} , u_{dN}^* , i_{G1cp} , i_{G2cp} , i_{ABcp} - номінальна потужність навантаження на мережу, її задана номінальна напруга, усереднені за певний інтервал часу миттєві струми через ключі S_{Y1}, S_{Y2} та АБ,

k_{AB} - комутаційна функція ключа в колі АБ, яка приймає значення 0 або 1.

В разі коли АБ підключена ($k_{AB} = 1$) і перебуває у фазі заряду, p_{opr} регулюватиметься величиною суми $i_{ABcp} + i_{AB}^*$ ($i_{AB}^* > 0$, $i_{ABcp} < 0$). При $i_{ABcp} + i_{AB}^* > 0$ струм заряду менше ніж i_{AB}^* і відповідно можна спрогнозувати, що величина $i_{G1cp} + i_{G2cp}$ після виходу на необхідний струм заряду збільшиться на величину

$i_{ABcp} + i_{AB}^*$. Аналогічно,

якщо $i_{ABcp} + i_{AB}^* < 0$, тобто струм заряду по модулю більше уставки i_{AB}^* , то можна прогнозувати зменшення величини $i_{G1cp} + i_{G2cp}$ після виходу на менший струм i_{AB} , що обґрунтовує (1). Додатково при розробці БКРП прийнято, що допустимий розрядний струм АБ в тривалому режимі менший за номінальні вихідні струми АГ і вона працює в режимі розряду на АЕ лише при відповідних малих навантаженнях при відключених від мережі АГ (наприклад, в нічні години). Якщо ж розрядний струм АБ стає тривало більшим за допустимий, то АБ повинна відключитись, а АГ (один чи обидва) підключитись до АЕ. При цьому графік навантаження одного з АГ, а саме того, який має меншу потужність (наприклад, АГ1) і працює самостійно при малих навантаженнях

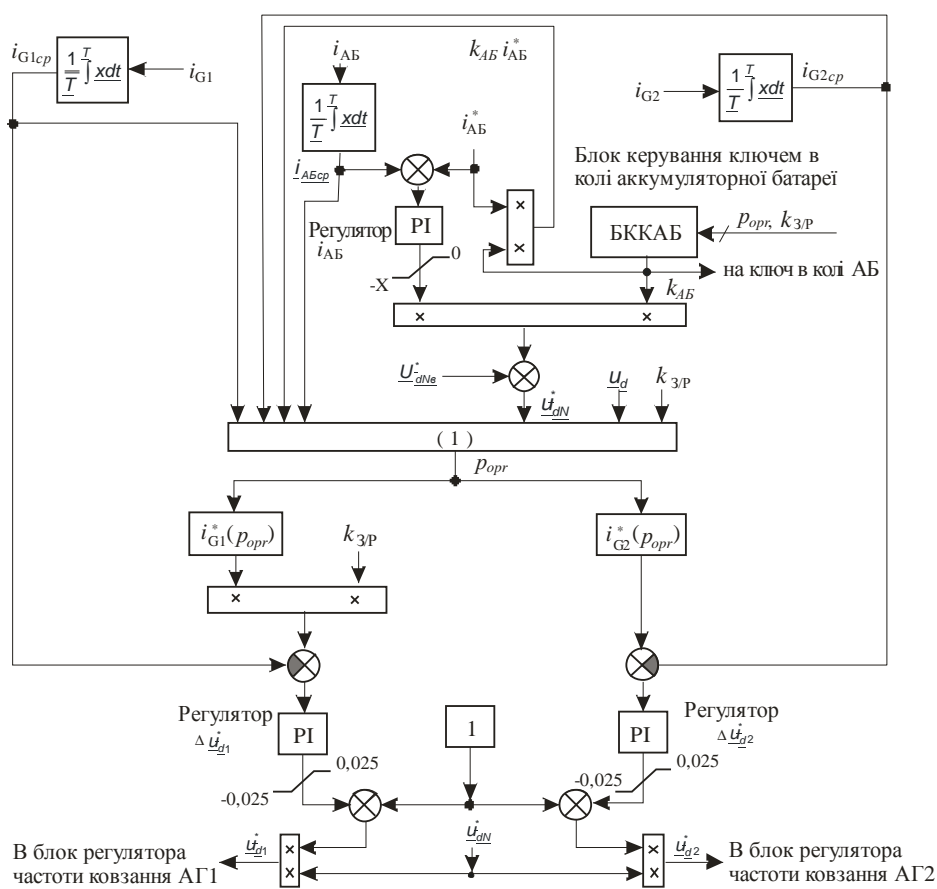


Рис. 2 Спрощена блок-схема алгоритму роботи БКРП.

на АЕ, буде залежати від фази зарядно-розрядного циклу. Отже, коли АБ переходить у фазу розряду ($k_{3/P} = 0$), і при цьому p_{opr} менше максимально допустимого для АБ значення, то БКРП повинен сформувати сигнал $k_{AB} = 1$ для підключення АБ і відключити АГ. В цьому випадку відключення АГ2 передбачене його графіком навантаження $i_{G2}^*(p_{opr})$, а АГ1 – сигналом $k_{3/P}$, який обнуляє i_{G1}^* в режимі розряду АБ і розпізнається системою керування як сигнал до розімкнення S_{Y1} .